

КИНЕТИКА НАКОПЛЕНИЯ ЦЕНТРОВ ОКРАСКИ В КРИСТАЛЛАХ LiF С ОКСИДАМИ МЕТАЛЛОВ

Гуанхуэй Гэ, П.В. Петикарь

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. В.И. Корепанов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: korepanov@tpu.ru

Сцинтилляторы на основе фторида лития в процессе эксплуатации достаточно сильно деградируют. Основная причина – накопление центров окраски. В [1] нами показано, что на эффективность накопления элементарных дефектов (F^- , H^- , V_k -центры) при низких температурах очень сильное влияние оказывают примеси активатора. В настоящей работе мы представляем результаты исследования эффективности накопления центров окраски в кристаллах LiF-WO_3 в широком температурном диапазоне 20...300 К.

Облучение образцов производилось в вакуумной камере электронными импульсами со средней энергией 250 КэВ, длительностью 10 нс и плотностью энергии за импульс около 0,4 Дж/см². Измерение спектров поглощения производилось волоконно-оптическим спектрометром AvaSpec 3648-USB2. В качестве источника зондирующего излучения использовалась импульсная ксеноновая лампа Avalight-XE. Низкие температуры получали с помощью микрокриогенной системы MCMR-150H-5/20. Спектры поглощения фиксировались в течении 30 секунд после окончания электронного импульса.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

1. При температурах ниже 120 К в спектрах поглощения кристаллов, облученных максимальной дозой 75×10^3 Гр, присутствуют полосы поглощения собственных дефектов решетки кристалла LiF: F^- , H^- , V_k -центры, нейтральные и заряженные F_2 -центры, нейтральные и заряженные F_3 -центры. При облучении при всех температурах наводится также полоса в области 290 нм, которая, по-видимому, связана с примесями. Спектры поглощения приведены на рис 1 для температуры 60 К.

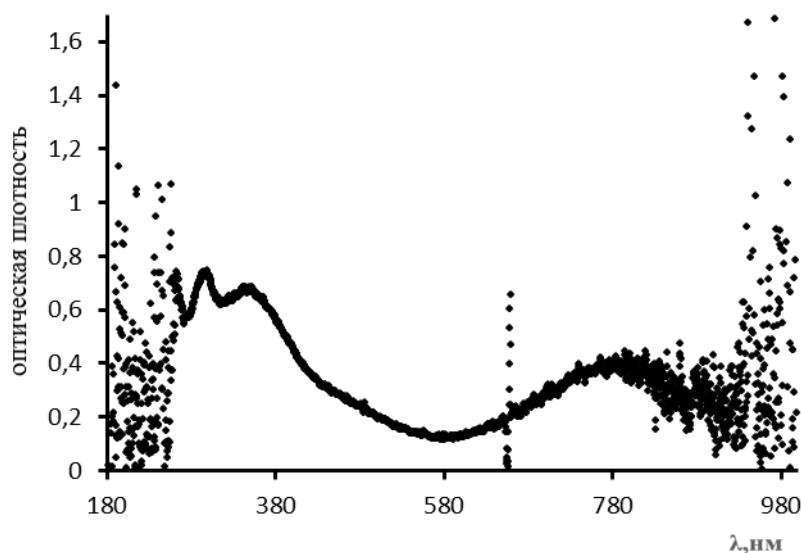


Рис.1. Спектры поглощения LiF-WO_3 при 60 К после облучения дозой 75×10^3 Гр

2. При температурах выше 120 К отсутствуют V_k -центры, так как они не стабильны в этом диапазоне температур. Отметим, что величина оптической плотности в области поглощения V_k -центрами сильно зависит от времени измерения после окончания импульса радиации и растет с повышением температуры. Исследования показывают, что при измерениях в течении 30 с величина накопленных к этому V_k -центры постоянна в диапазоне 20...100 К.

3. Нами подробно изучены кинетики накопления центров окраски. Накопление F^- , V_k^- , F_2^- -центров описывается суммой быстрой и медленной составляющих. Пример кинетики накопления и результатов ее разложения для V_k^- -центр при 60 К показан на рис. 2. Медленные компоненты накопления полностью соответствуют кинетикам накопления центров окраски в неактивированных кристаллах фторида лития. Быстрые составляющие кинетик накопления для всех типов центров окраски имеют вид кривых с насыщением. Диапазон доз облучения, в котором происходит насыщение одинаков для всех типов центров окраски. Ясно, что быстрые компоненты обусловлены присутствием примесей.

4. Температурные зависимости эффективности накопления быстрого и медленного компонентов отличаются. Однако для обоих компонентов накопление при изодозном облучении начинает уменьшаться при температурах выше 250 К. Эффективность накопления на быстрой стадии одинакова как при низких (60 К), так и высоких (250 К) температурах и минимальна при 150 К. температурная зависимость эффективности накопления на медленной стадии подобна таковой для неактивированного кристалла.



Рис 2. Кинетики накопления и разделения на 350 нм при 60 К

При выращивании скнтилляционных кристаллов фторида лития примеси Ti, W и других металлов создают комплексы, содержащие оксиды металлов и другие дефекты, компенсирующие избыточный заряд. Такие комплексы могут быть эффективными ловушками различных типов электронных и ионных возбуждений, создаваемых при электронной бомбардировке кристаллов. Это, безусловно, оказывает влияние на процессы преобразования дорадиационной дефектности и накопления центров окраски, что приводит к изменению скнтилляционных свойства кристаллов. Представленные результаты свидетельствуют о том, что в кристаллах LiF-WO₃ присутствуют как электронные, так и ионные ловушки. Их влияние сказывается в появлении быстрой составляющей кинетики накопления центров окраски.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В. И. Корепанов, П. В. Петикарь Накопление центров окраски в кристаллах LiF, LiF-TiO₂, LiF-WO₃ при низких температурах // Известия вузов. Физика : научный журнал. — 2015. — Т. 58, № 6-2. — [С. 147-151].